



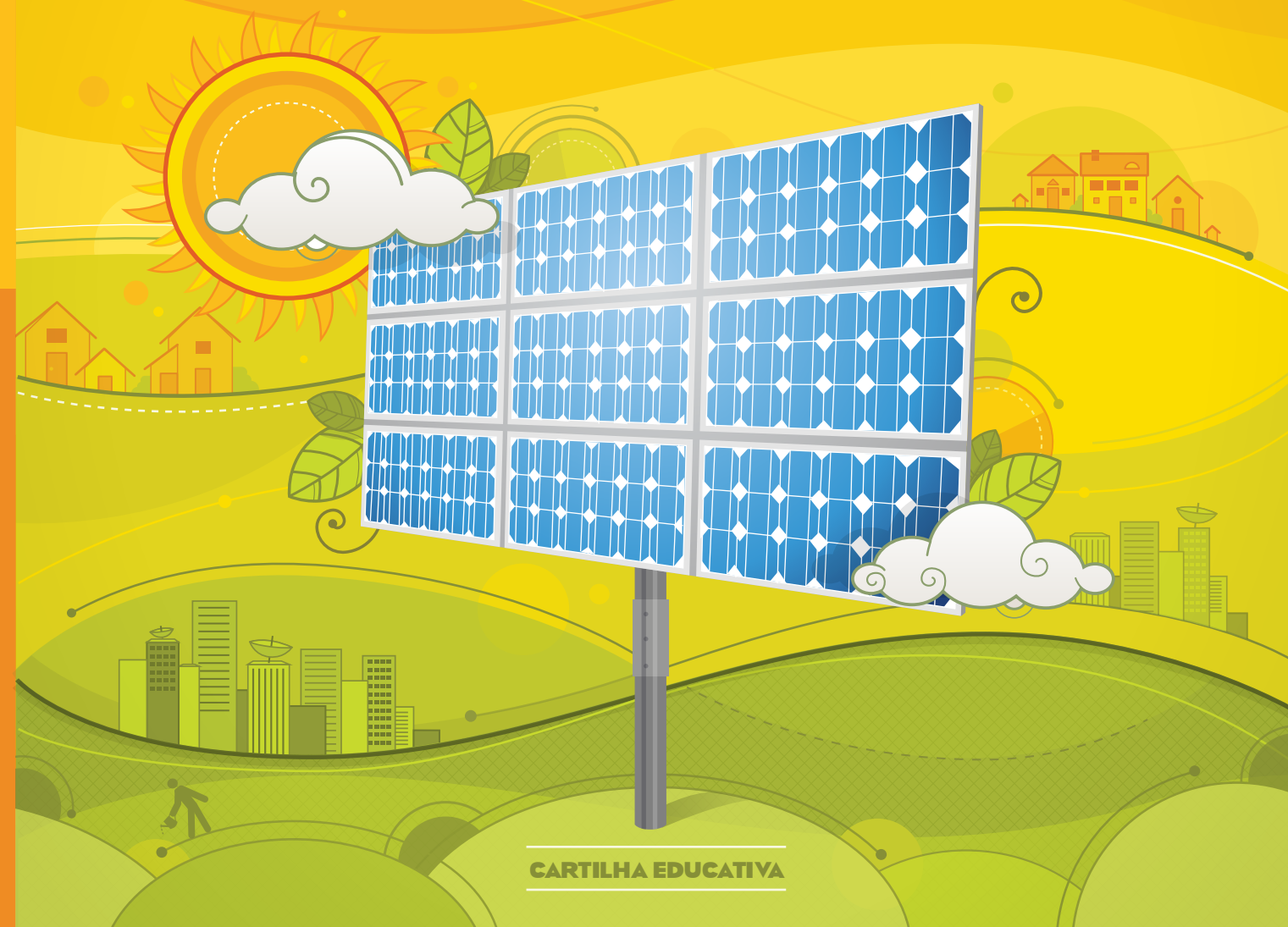
## MAIS SOBRE O INSTITUTO IDEAL

Criado em 2007, tem o propósito de incentivar junto a governantes, parlamentares, professores, pesquisadores, estudantes e empresários, a adoção de uma política de integração e desenvolvimento regional que contemple as energias alternativas na matriz energética do nosso continente.



Rua Lauro Linhares, 2123, Torre A, sala 503  
Trindade - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil  
CEP 88036-003 Fone/Fax: + 55 48 3234-1757  
[info@institutoideal.org](mailto:info@institutoideal.org) | [www.institutoideal.org](http://www.institutoideal.org)

# ELETRICIDADE SOLAR



CARTILHA EDUCATIVA

# ÍNDICE

- O que é Eletricidade Solar \_\_\_\_\_ pág. 04
  - a. Um pouco da história \_\_\_\_\_ pág. 05
  - b. Explicação do termo – Fotovoltaica \_\_\_\_\_ pág. 05
- Gerar eletricidade a partir do sol. Como isto é possível? \_\_\_\_\_ pág. 06
- Qual a diferença entre célula, módulo e painel? \_\_\_\_\_ pág. 07
- Como são feitos os módulos solares? \_\_\_\_\_ pág. 08
  - a. Você sabia? – Silício \_\_\_\_\_ pág. 08
  - b. Você sabia? - Filmes finos \_\_\_\_\_ pág. 09
- Onde podem ser instalados sistemas solares? \_\_\_\_\_ pág. 10
- Como a eletricidade produzida chega até a rede elétrica? \_\_\_\_\_ pág. 12
- Perguntas Frequentes \_\_\_\_\_ pág. 14
- E vale a pena termos no Brasil? \_\_\_\_\_ pág. 16
- Vantagens da Eletricidade Solar \_\_\_\_\_ pág. 18

## PRODUZIDO POR



## APOIO

Em nome do



Ministério Federal do Meio Ambiente,  
da Proteção da Natureza  
e da Segurança Nuclear

da República Federal da Alemanha

**giz**



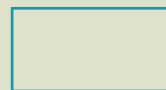
## EXPEDIENTE

**Projeto Editorial  
e Conteúdo**  
Paula Scheidt

**Revisão técnica**  
Alexandre Montenegro  
Isabel Salamoni

**Projeto Gráfico  
e Ilustrações**  
Carol Rivello

**Impressão:**



# CARTILHA EDUCATIVA

## SOBRE ELETRICIDADE SOLAR



O QUE É

# ELETRICIDADE SOLAR?

Diariamente muita energia chega ao nosso planeta de forma gratuita e limpa. Os raios solares, além de trazerem a luz e o calor essencial para a vida na Terra, podem ser aproveitados para a geração de energia, tanto na forma de calor quanto de eletricidade. Para se ter uma ideia, uma hora de sol na superfície da terra contém mais energia do que o mundo utiliza em um ano.



## UM POUCO DE HISTÓRIA

O efeito fotovoltaico é resultado da interação da luz com os materiais semicondutores de uma célula fotovoltaica. No interior delas, esse efeito é o responsável pela transformação de energia solar em energia elétrica. Ele foi observado e descrito

pela primeira vez em 1839, pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel. Em 1954, os pesquisadores americanos Pearson, Fuller e Chapin, do Laboratório Bell, criaram a primeira célula fotovoltaica para uso prático (de silício monocristalino). Em 1958 foram utilizadas pela primeira vez células fotovoltaicas para alimentar um satélite, o Vanguard I.

Esta eletricidade que vem do sol é chamada de fotovoltaica. Este termo é o casamento de duas palavras: Foto, que em grego significa "luz" e Voltaica, que vem da palavra 'volt' - a unidade para medir o potencial elétrico.

## FOTOVOLTAICA?

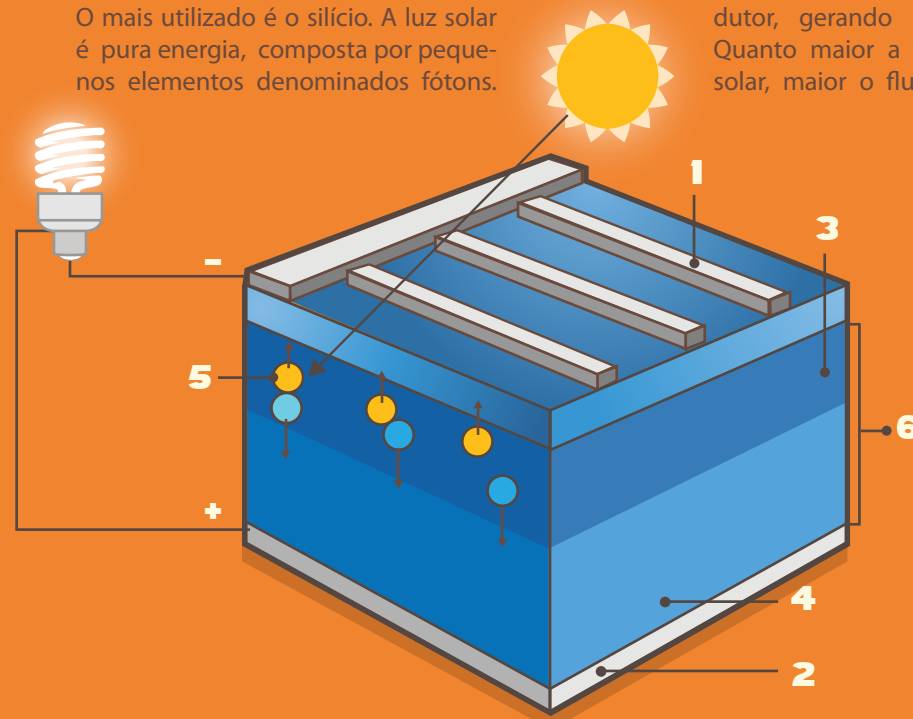


## GERAR ELETRICIDADE A PARTIR DO SOL.

# COMO ISTO É POSSÍVEL?

O raio solar é transformado em eletricidade em uma célula fotovoltaica, fabricada com materiais chamados de semicondutores. O mais utilizado é o silício. A luz solar é pura energia, composta por pequenos elementos denominados fótons.

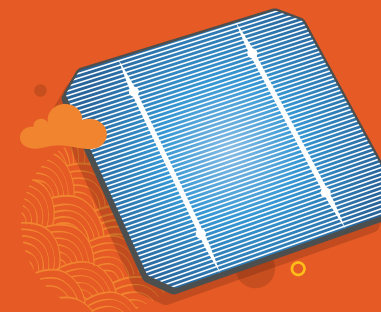
Quando os fótons atingem a célula fotovoltaica, parte deles é absorvida. Estes fótons despertam os elétrons do material semicondutor, gerando assim eletricidade. Quanto maior a intensidade da luz solar, maior o fluxo de eletricidade.



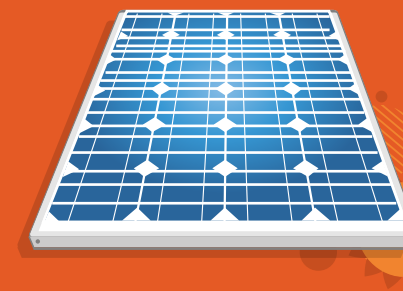
- 1 Contato Metálico Frontal
- 2 Contato Metálico Traseiro
- 3 Camada tipo-n (excesso de elétrons)
- 4 Camada tipo-p (excesso de lacunas)
- 5 Fótons
- 6 Material Semicondutor

## QUAL A DIFERENÇA ENTRE

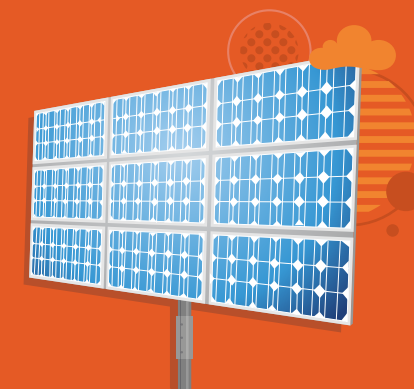
# CÉLULA, MÓDULO E PAINEL?



CÉLULA



MÓDULO



PAINEL

A célula nada mais é que a unidade básica desenvolvida para realizar a conversão direta de energia solar em elétrica. O módulo é a unidade formada por um conjunto de células solares, interligadas eletricamente e encapsuladas, com o objetivo de gerar eletricidade. Já os painéis

são um ou mais módulos fotovoltaicos interligados eletricamente, montados de modo a formar uma única estrutura. Um conjunto de módulos, juntamente com equipamentos complementares (inversores e cabos), forma uma usina fotovoltaica.



## COMO SÃO FEITOS OS

# MÓDULOS SOLARES?

Existem duas maneiras de fabricar um módulo.

1 } A primeira delas é com células solares feitas de fatias super finas de silício em formato cristalino. Normalmente, elas são colocadas entre vidros, com moldura de alumínio. Hoje é a mais tradicional e com maior escala de produção a nível comercial.



## VOCÊ SABIA?

O Silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, por isso não há limites com relação à matéria-prima para produção de cé-

lulas solares deste material. A limitação aqui está na obtenção do silício com a pureza necessária para fabricar as células fotovoltaicas, que exige um alto conhecimento tecnológico.

2 } O segundo modo de fabricar os módulos é através da aplicação a plasma (quase como um "spray") de um material semiconductor sobre um vidro ou em outro material (que pode ser flexível) que servirá como uma "cama". Em seguida, esse conjunto é coberto por um material transparente, como o vidro. Está pronto o chamado filme fino, a tecnologia mais fácil de ser integrada às edificações urbanas. Os elementos utilizados neste caso são silício (na sua forma não cristalina, que é chamada de silício amorfo) ou compostos químicos como telureto de cádmio (CdTe) ou disseleneto de cobre (gálio) e índio (CIS e CIGS).

## VOCÊ SABIA?

Este modo de fabricação permitiu o desenvolvimento de módulos solares flexíveis, inquebráveis, leves, semitransparentes, com superfícies curvas que aumentam a versatilidade na sua aplicação, principalmente em projetos de integração às construções.

## APLICAÇÕES INTEGRADAS A CONSTRUÇÕES



» Filme fino na planta piloto da Eletrosul, em Florianópolis



» Fachada com filme fino de silício amorfo na Alemanha



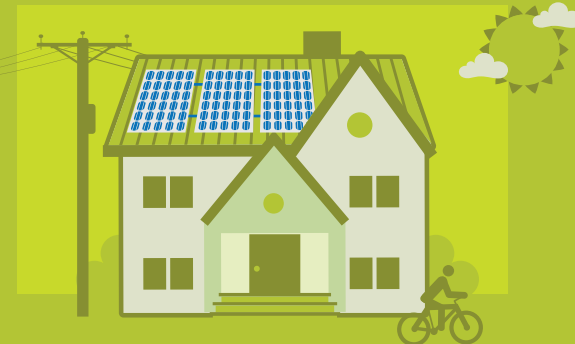
» Módulos semi-transparentes com células de silício cristalino

## ONDE PODEM SER INSTALADOS

# SISTEMAS SOLARES?

### 1} EM EDIFICAÇÕES CONECTADAS À REDE

Este é o tipo mais popular de instalação fotovoltaica no mundo, normalmente substituindo ou se sobrepondo a elementos de revestimento arquitetônicos, sobre o telhado, ou fachada de edificações residenciais, comerciais ou públicas. A energia gerada pode ser injetada na rede elétrica de nossas cidades.



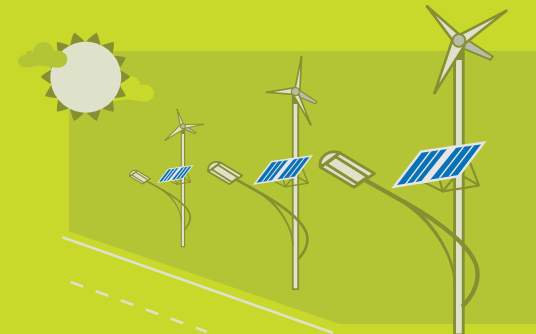
### 2} EM ÁREAS ISOLADAS

São instalados em áreas de difícil acesso à rede elétrica. Neste caso, o sistema fotovoltaico é a única fonte de eletricidade e é necessário o uso de baterias para armazená-la. Podem gerar energia para apenas uma residência ou estarem em minirredes para atender uma pequena comunidade.



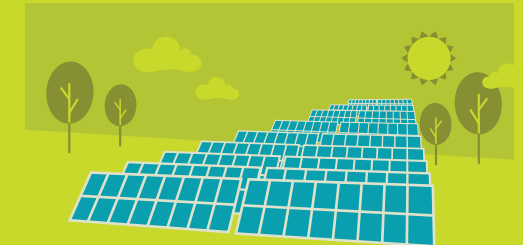
### 3} EM SISTEMAS HÍBRIDOS

A geração fotovoltaica funciona em conjunto com outras fontes de energia, como a eólica ou motores a diesel. Estes sistemas são mais complexos, pois exigem um controle capaz de integrar as diferentes formas de geração de energia. Eles podem estar conectados à rede, isolados ou apenas ter o apoio da rede.



### 4} EM CENTRAIS FOTOVOLTAICAS

Também conectadas à rede, produzem uma grande quantidade de eletricidade em um único ponto. O tamanho da usina varia de alguns a dezenas de megawatts. Normalmente estão próximas a indústrias que exigem um consumo intenso de energia.



### 5} EM BENS DE CONSUMO

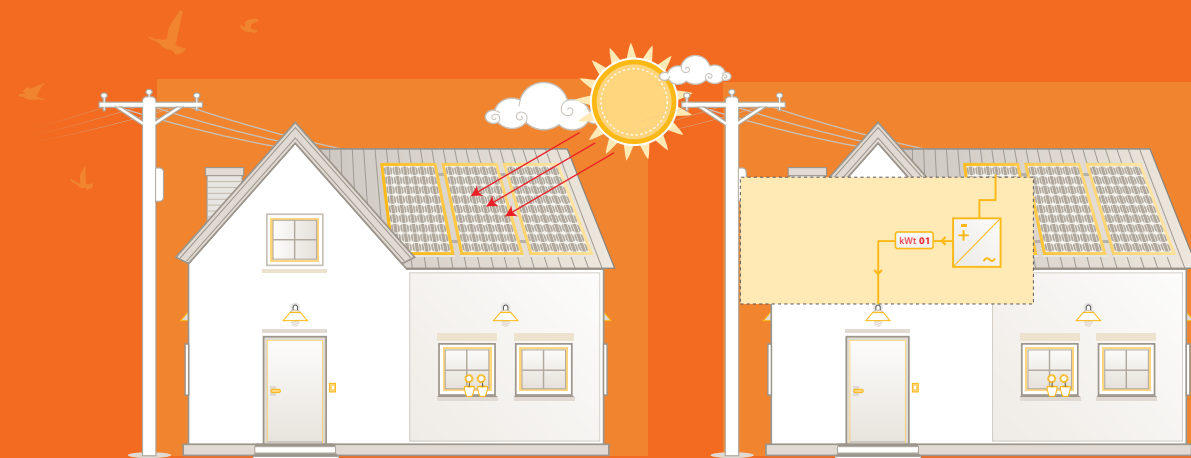
As células fotovoltaicas podem ainda ser aplicadas em diversos equipamentos elétricos, como relógios, calculadoras, mochilas, brinquedos, carregadores de bateria ou estacionamentos para carregar carros elétricos. Outras aplicações incluem sistemas de irrigação, sinalização em rodovias, postes ou telefones públicos.

COMO A ELETRICIDADE PRODUZIDA

na CÉLULA FOTOVOLTAICA

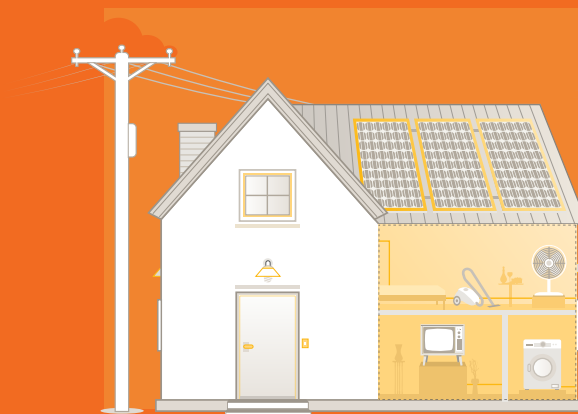
*chega até a*

• REDE ELÉTRICA? •

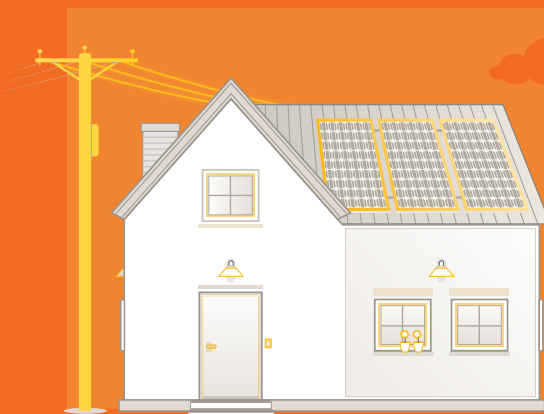


As células solares captam a irradiação do sol e utilizam os fótons da luz para gerar eletricidade.

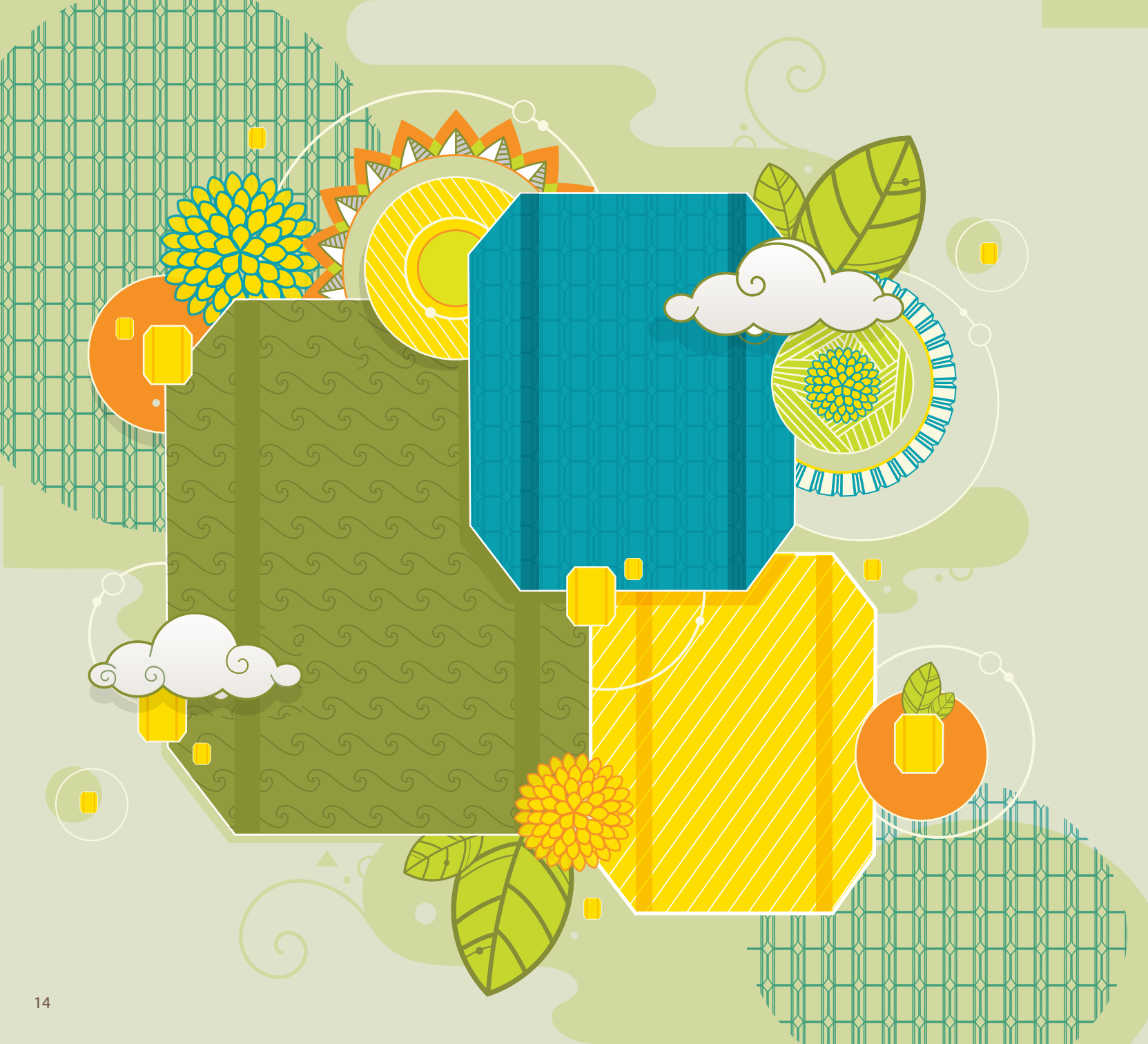
Esta eletricidade, que está em corrente contínua e é variável, passa pelos inversores para que seja convertida em corrente alternada com as características da nossa rede elétrica.



Depois de passar pelo inversor, a eletricidade solar poderá ser usada para alimentar os aparelhos elétricos da residência.



E, se nem toda a eletricidade for consumida, o excedente é lançado na rede.



## PERGUNTAS FREQUENTES

### 1} PORQUE AS CÉLULAS SOLARES NORMALMENTE SÃO AZUIS?

Os módulos solares com células de silício cristalino são normalmente azuis porque esta é a cor com a qual a célula apresenta a melhor eficiência na conversão de energia solar para elétrica. Antes de virarem células solares, as fatias superfinais de silício (chamadas de 'wafers') são na verdade cinza fosco, a cor natural deste elemento. Em uma das últimas etapas da fabricação da célula solar, ela recebe uma camada antireflexiva ultrafina (normalmente de nitrato de silício) que a deixa com o tom azul.

### 2} COMO EU FAÇO À NOITE, QUANDO NÃO TEM SOL?

Se o seu sistema está conectado à rede, você irá consumir energia elétrica da rede. Aqueles que não estão conectados à rede possuem um conjunto de baterias que armazena a energia para utilizar justamente nos períodos que não há sol.

### 3} EM DIAS NUBLADOS, O MÓDULO FOTOVOLTAICO GERA ENERGIA?

Sim. Os sistemas fotovoltaicos não precisam de um dia de céu limpo com muito sol para operar. Na verdade, devido à reflexão dos raios solares nas nuvens, dias nublados (sem que o sol esteja encoberto) podem levar a uma maior produção elétrica que dias sem nenhuma nuvem no céu.



# *e vale a pena* → **TERMOS GERAÇÃO DE** ← ENERGIA FOTOVOLTAICA *no Brasil?*

Não há um símbolo tão brasileiro quanto o sol: a cor que ilumina nossas festas, o calor que faz nosso povo tão acolhedor e, porque não, a energia que ilumina nossas casas?

A radiação solar na região menos ensolarada do país é 40% maior do que na região mais ensolarada da Alemanha, por exemplo, que é um dos líderes no uso da energia fotovoltaica.

Apesar destas condições favoráveis, o uso de energia solar para geração elétrica ainda é pouco considerado como uma opção para alimentar nossas indústrias, casas e edifícios. Como o país já possui uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, a melhor

integração da energia solar fotovoltaica seria como uma fonte complementar, aproximando a geração do consumo e reduzindo assim perdas com transmissão.

Se nas cidades há vastas áreas sobre as edificações para a instalação de painéis fotovoltaicos, no meio rural esta fonte energética é a opção mais limpa e segura para levar eletricidade a comunidades isoladas e de difícil acesso.

Além disso, o Brasil possui uma das maiores reservas de silício do mundo. Isto faz com que o país seja um local privilegiado para desenvolver uma indústria local de

produção de células solares gerando empregos e retornos em impostos pagos. Para isso, seria preciso investir em pesquisas para desenvolver um conhecimento de purificação do silício até o chamado 'grau solar', que é superior ao do silício empregado na siderurgia.



# VANTAGENS

## DA ELETRICIDADE SOLAR

As usinas fotovoltaicas, principalmente aqueles integradas às edificações urbanas e conectadas à rede, oferecem diversas vantagens para o sistema elétrico de um país, muitas das quais relacionadas a custos evitados e que ainda não são consideradas ou quantificadas. Podemos citar:

- 1 } Redução de perdas por transmissão e distribuição de energia, já que a eletricidade é consumida onde é produzida;
- 2 } Redução de investimentos em linhas de transmissão e distribuição;
- 3 } Baixo impacto ambiental;

4 } Quando instaladas em edifícios comerciais, fornecem maiores quantidades de eletricidade nos momentos de maior demanda (Ex.: o uso de ar-condicionado é maior ao meio-dia no Brasil, quando há uma maior incidência solar, e consequentemente, maior geração elétrica solar);

5 } Geradores solares fotovoltaicos integrados à edificações não exigem área física dedicada;

4 } Por sua grande modularidade e curtos prazos de instalação, os painéis podem ser rapidamente instalados, aumentando assim a geração elétrica necessária em um determinado ponto ou edificação.



**QUER SABER MAIS?**

acesse

[WWW.AMERICADOSOL.ORG](http://WWW.AMERICADOSOL.ORG)